Model-based Development for Embedded Control Systems

- Which embedded control systems ?
- Aérospatiale pioneering role
- State of the art
- Table of Contents

Which Embedded Control Systems ?


safety critical systems


mission critical systems, time to market

Two Questions

Knowing the low reliability of computing technology

- **thousands of car "recalled" for computing bugs**
- **Ariane V accident**
- **your personal computer . . .**

1. *Is it wise to use this poor technology in safety critical systems ?*

2. *Why, nevertheless, things are not as bad as could be expected ?*

A Tentative Answer

The safety-critical control industry has designed a very strong model-based development method

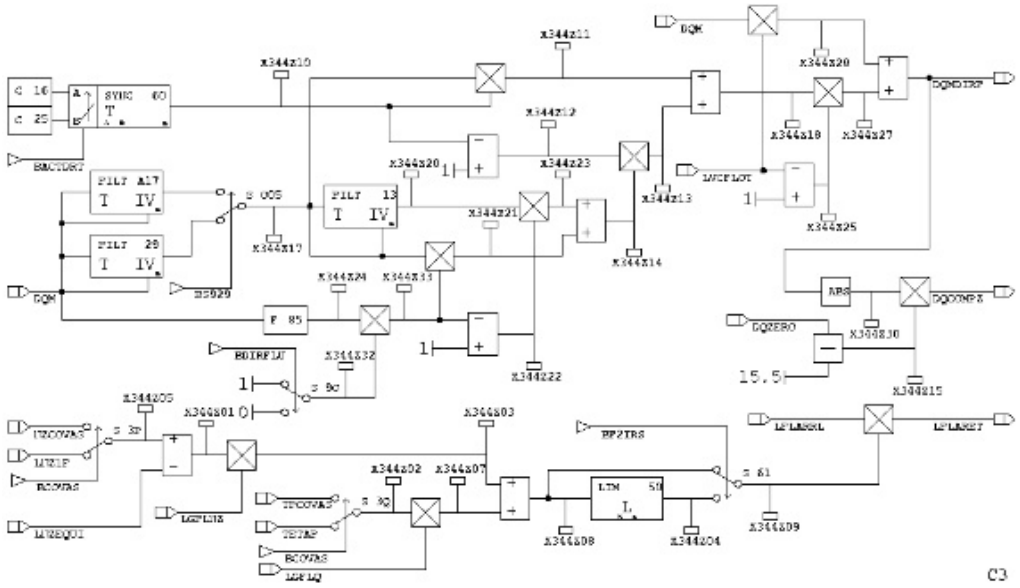
A short story of this method :

- **Aérospatiale pioneering role**
- **How things evolved since then**
- **State of the Art and perspectives**

Are academic people really aware of this story ?

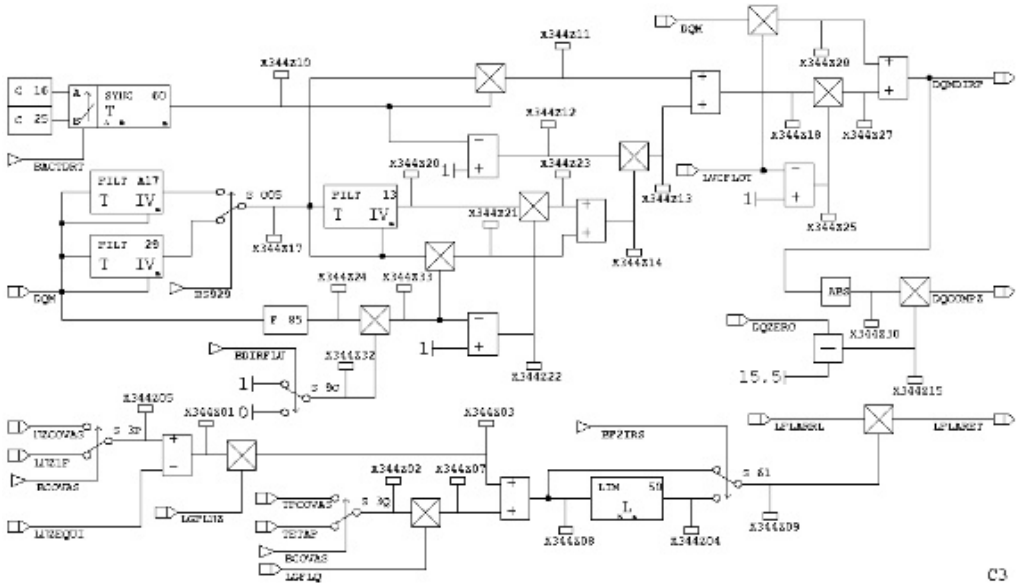
Aérospatiale pioneering steps in the early eighties

control models (block-diagrams)



Aérospatiale pioneering steps in the early eighties

control models (block-diagrams)

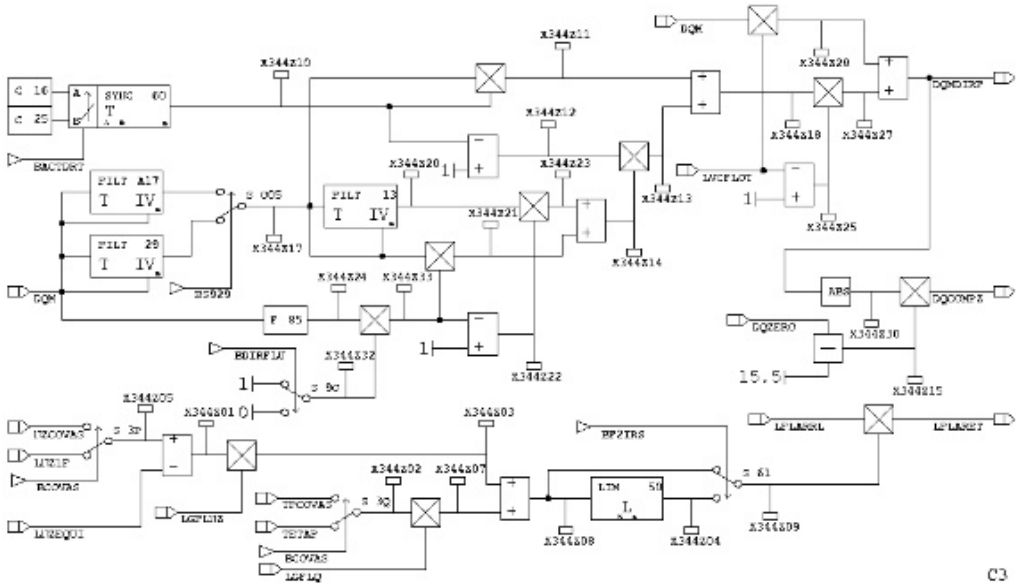


=

formal software specification

Aérospatiale pioneering steps in the early eighties

control models (block-diagrams)



=

formal software specification

↓

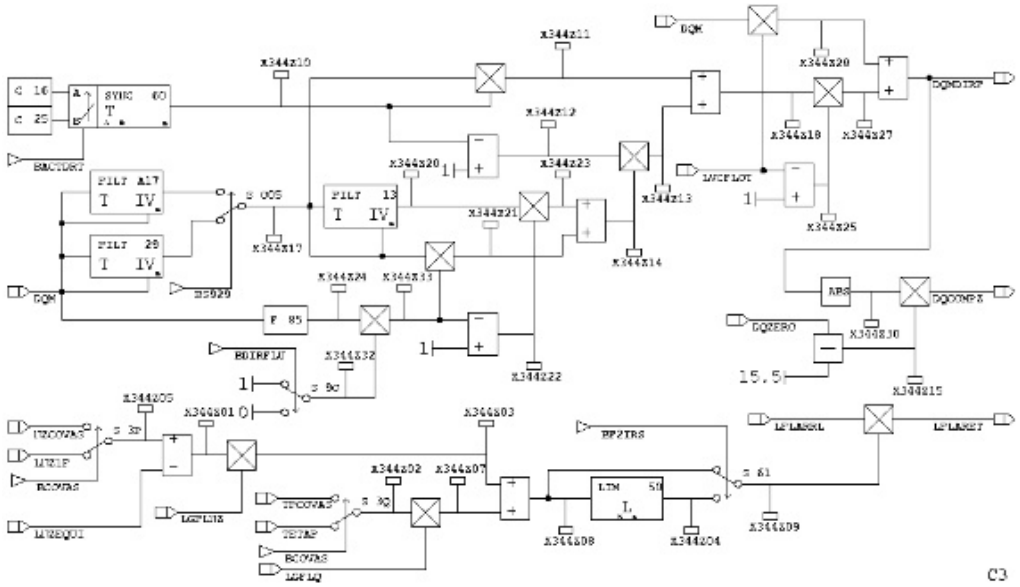
automatic code generation

↓

Software

Aérospatiale pioneering steps in the early eighties

control models (block-diagrams)



=

formal software specification

↓

automatic code generation

↓

Software

“Spécification Assistée par Ordinateur”(SAO)

“Computer Aided Specification”

Interest of SAO

Twofold :

- **Automatic code generation from high-level control models :**
  easier and earlier debugging

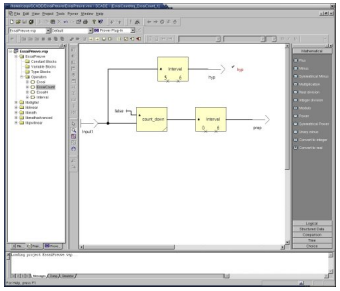
- **Graphic language close to the cultural background of avionic engineers, test pilots, suppliers, certification authorities, . . . :**
  allows easier communication within the entreprise
  preserves the know-how and makes easier the technology transfer

SAO participates to the success of A320

From then on. . .

Powerful model-based development tools :

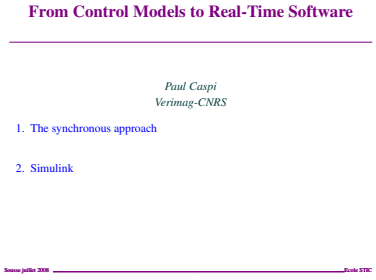
- **SAO replaced by SCADE**



commercial product partially based on  **synchronous technology**

Do178B level A qualified automatic code generator

- **Simulink/Stateflow**



continuous/discrete time simulation toolbox

the defacto standard in control modelling

- **Formal methods : automatic mathematical proofs for dynamic systems**

PROVER TECHNOLOGY

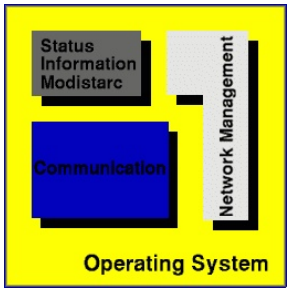
PolySpace TECHNOLOGIES Delivering safe code · faster

. . .

From then on. . .

More powerful execution platforms :

- **multi-tasking**



WIND RIVER

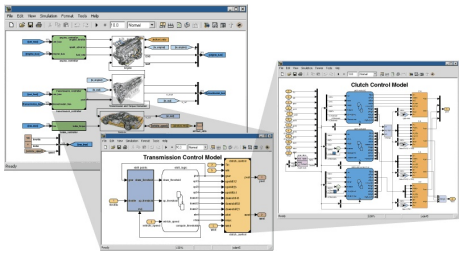
- **distributed and multi-processor**

TTTech

FlexRay™

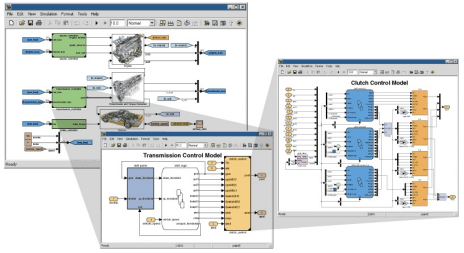
State of the Art

modelling

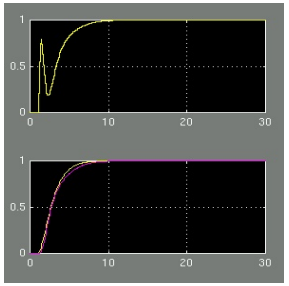


State of the Art

modelling

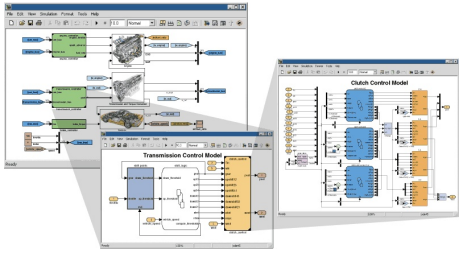


simulation
debugging

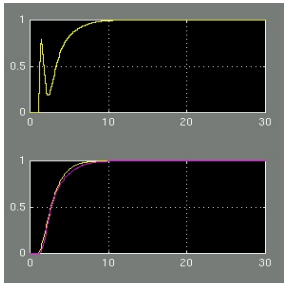


State of the Art

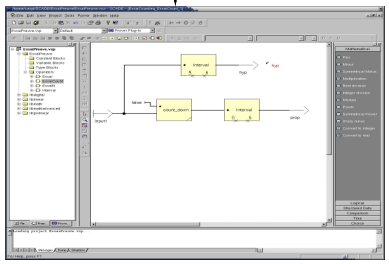
modelling



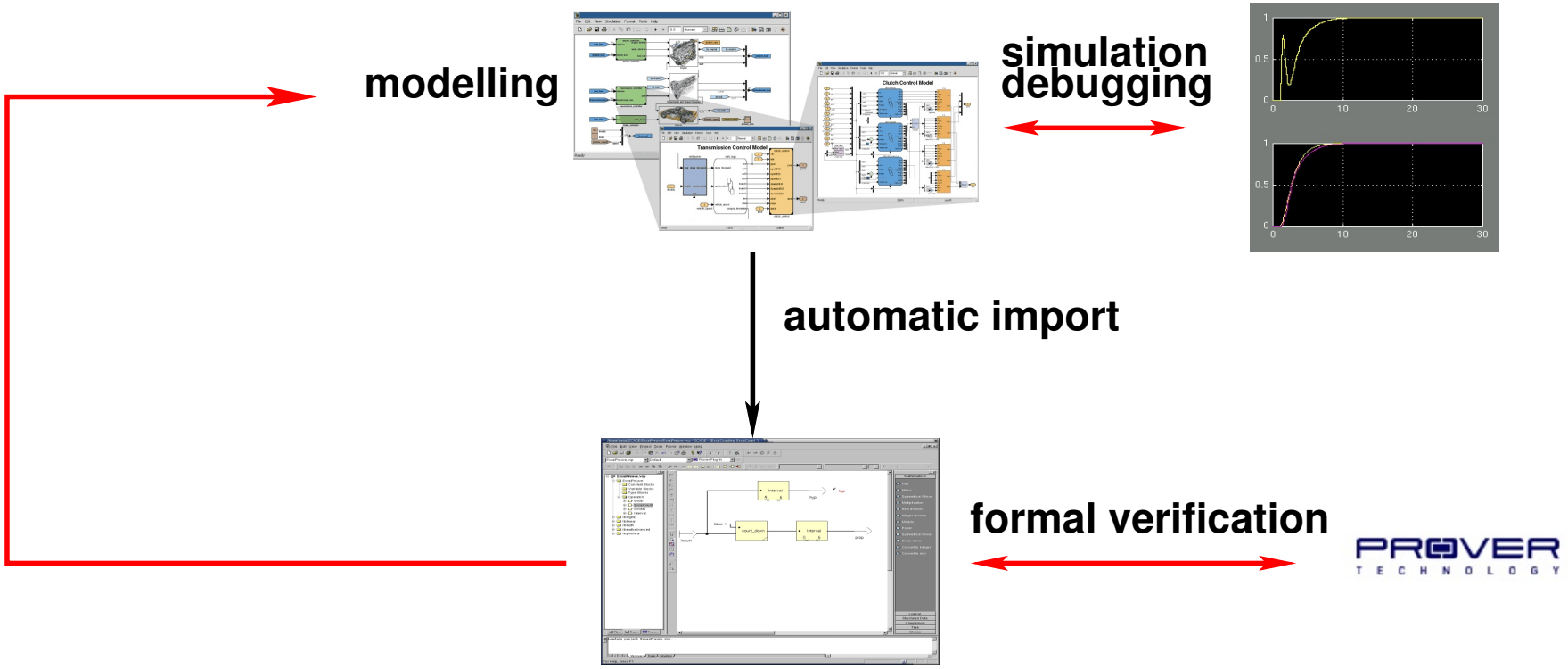
simulation
debugging



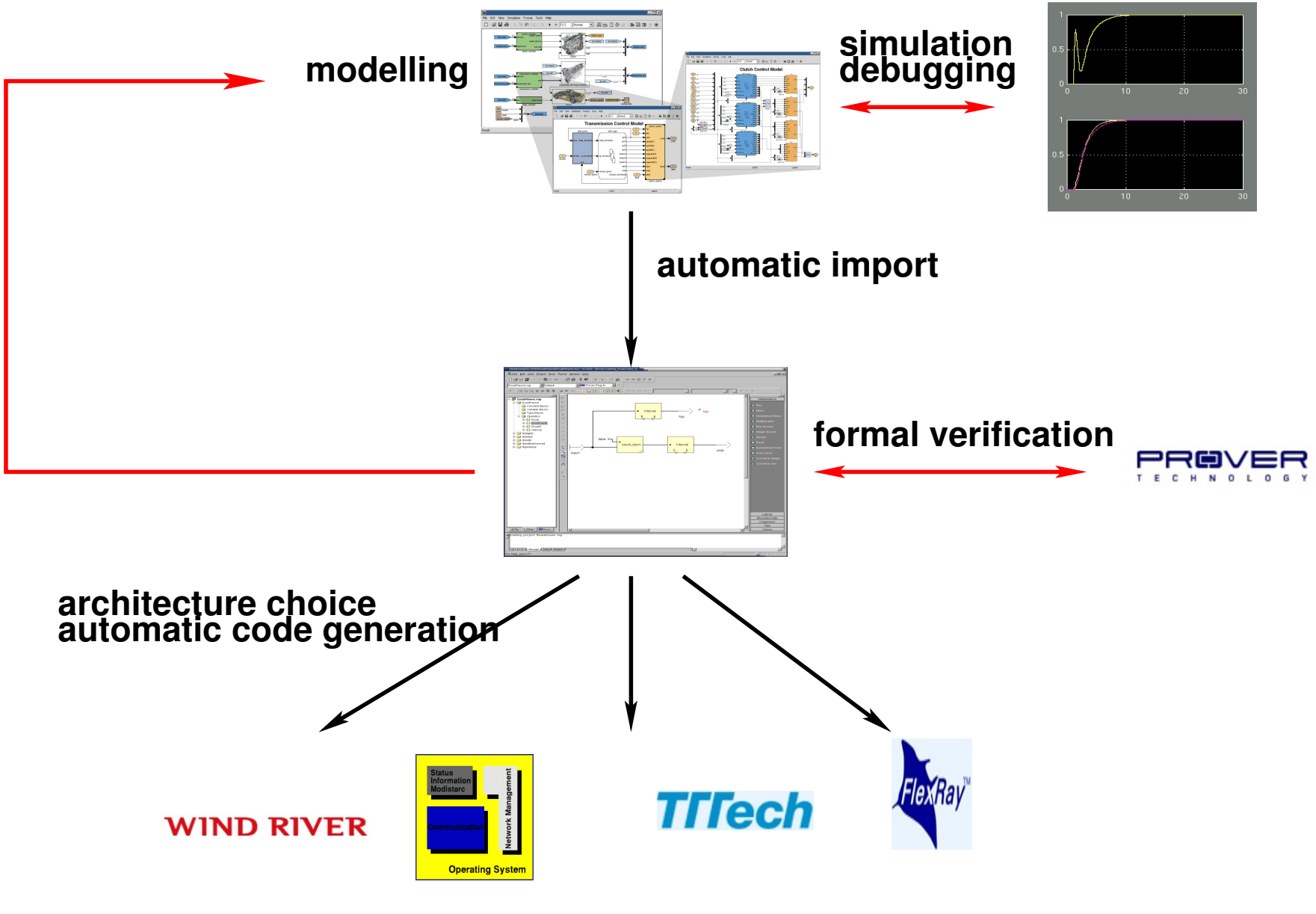
automatic import



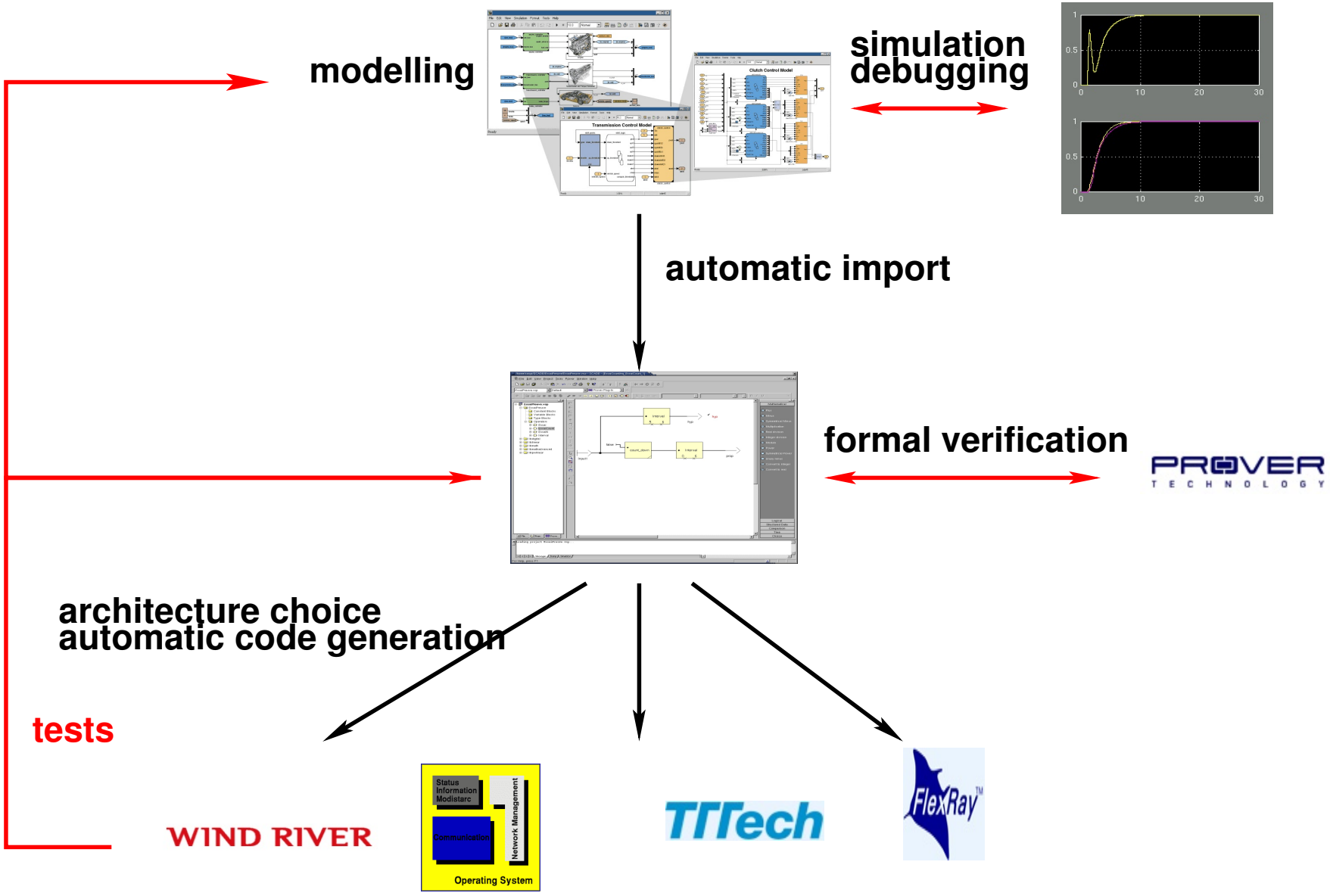
State of the Art



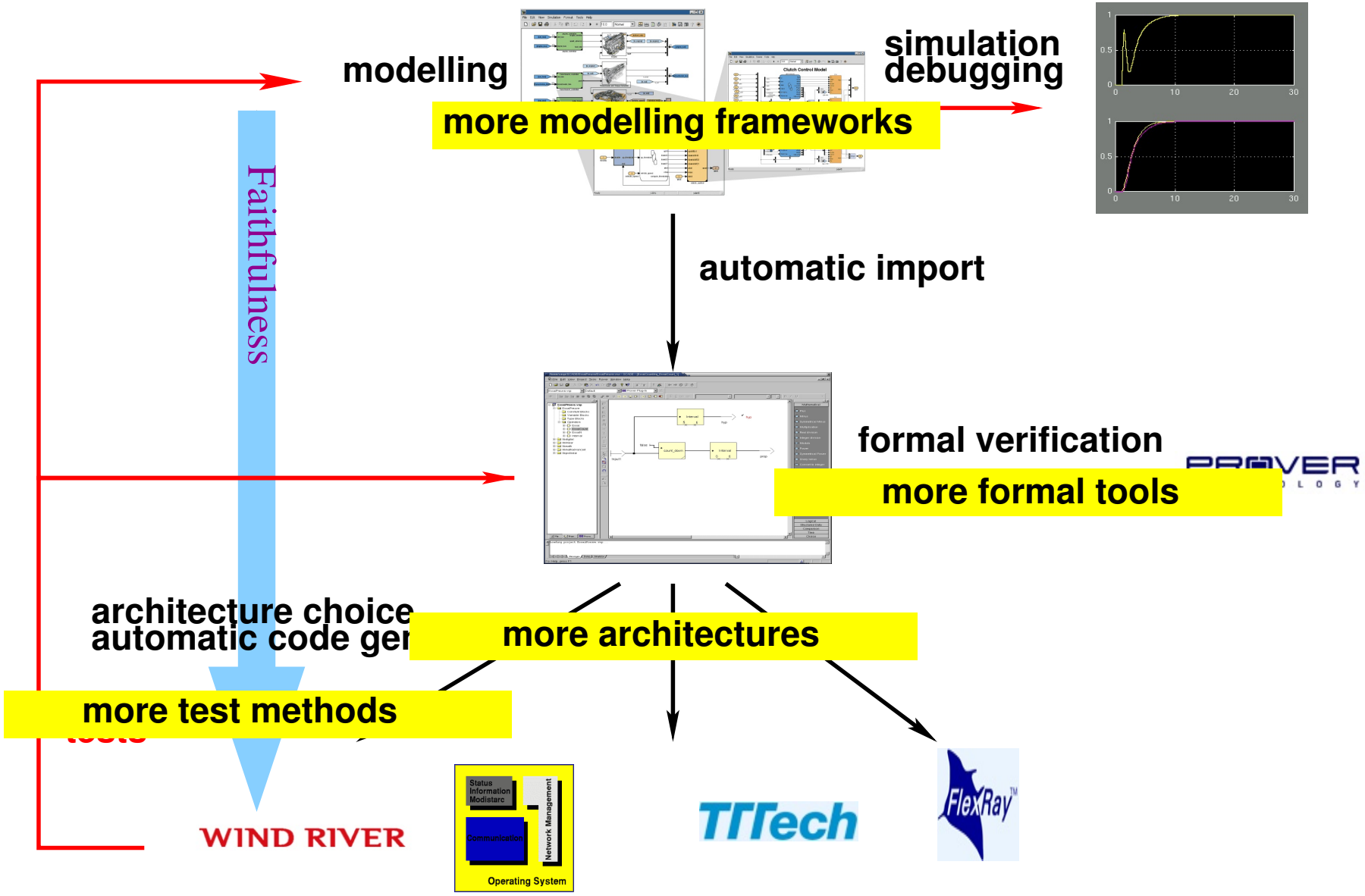
State of the Art



State of the Art



Perspectives



A Key Issue : Faithfulness

What you { *model* / *simulate* / *prove* } **is what you** { *implement* / *execute* }

Implantation de systèmes de contrôle

- Pourquoi ce cours ?

Les systèmes embarqués

Les systèmes informatiques embarqués sont ces systèmes informatiques qui sont des sous-systèmes de systèmes plus importants. On les trouve dans une multitude de domaines d'applications :

- transports, avions, métros, trains, automobiles...
- contrôle-commande industriel, nucléaire, chimie, usines...
- communication, téléphones, multi-média,
- électronique de consommation, imprimantes, photocopieurs, machines à laver, monétique...

On admet (www.cpuplanet.com) que 98% des processeurs produits se trouvent dans cette informatique embarquée.

De nombreux débouchés

- à Grenoble :

  Schneider, STMicroelectronic..., CEA, Scalagent(Motorola), Philips,

  Xerox, FranceTelecom R&D, Jay, Athys, Polyspace, Dophin, Atral,...

- dans la région :

  Sextant avionique (Valence), Renault véhicules industriels (Lyon),...

- en France, en Europe, dans le monde...

Systèmes embarqués, automatique et informatique

La plupart de ces systèmes informatiques commandent ou contrôlent des systèmes ou des signaux physiques :

- voix, musique, images...
- capteurs de données physiques :

  position, vitesse, accélération, masse, pression, température,...
- actionneurs :

  moteurs, aimants,...

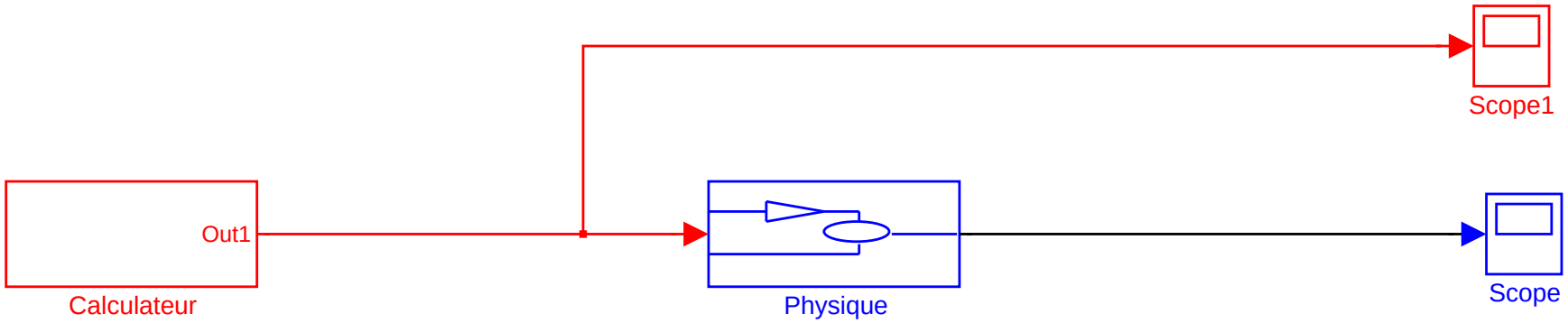
Il est important de pouvoir dialoguer, communiquer avec les spécialistes de ces domaines

comprendre leurs langages, leurs problèmes, leurs méthodes

Systèmes embarqués, automatique et informatique

Beaucoup de ces systèmes informatiques intéragissent avec ces systèmes physiques. Le système global acquière de nouvelles propriétés issues de cette interaction.

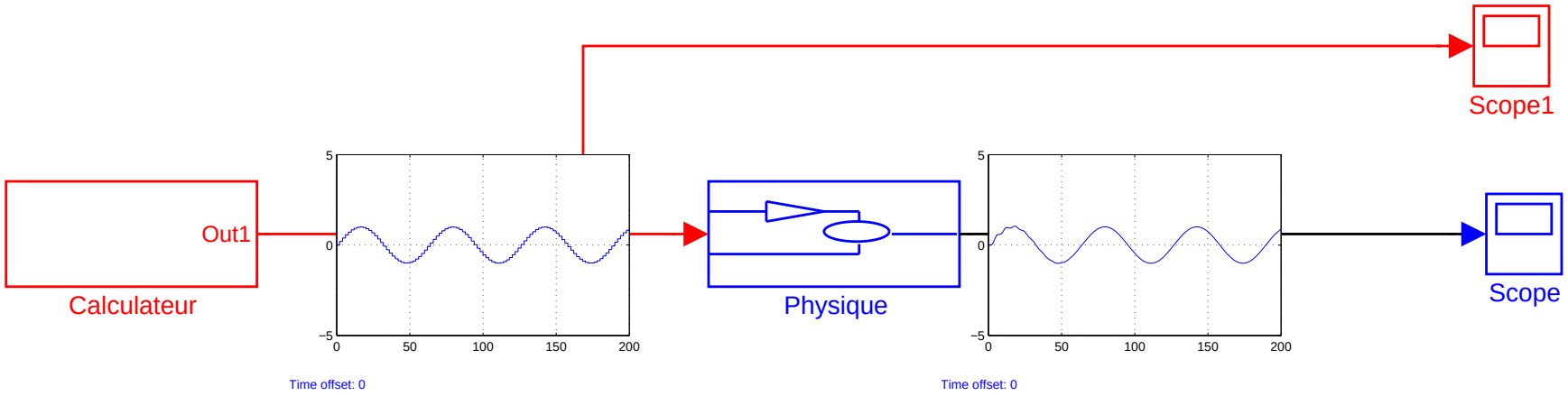
- **résonnance**



Systèmes embarqués, automatique et informatique

Beaucoup de ces systèmes informatiques intéragissent avec ces systèmes physiques. Le système global acquière de nouvelles propriétés issues de cette interaction.

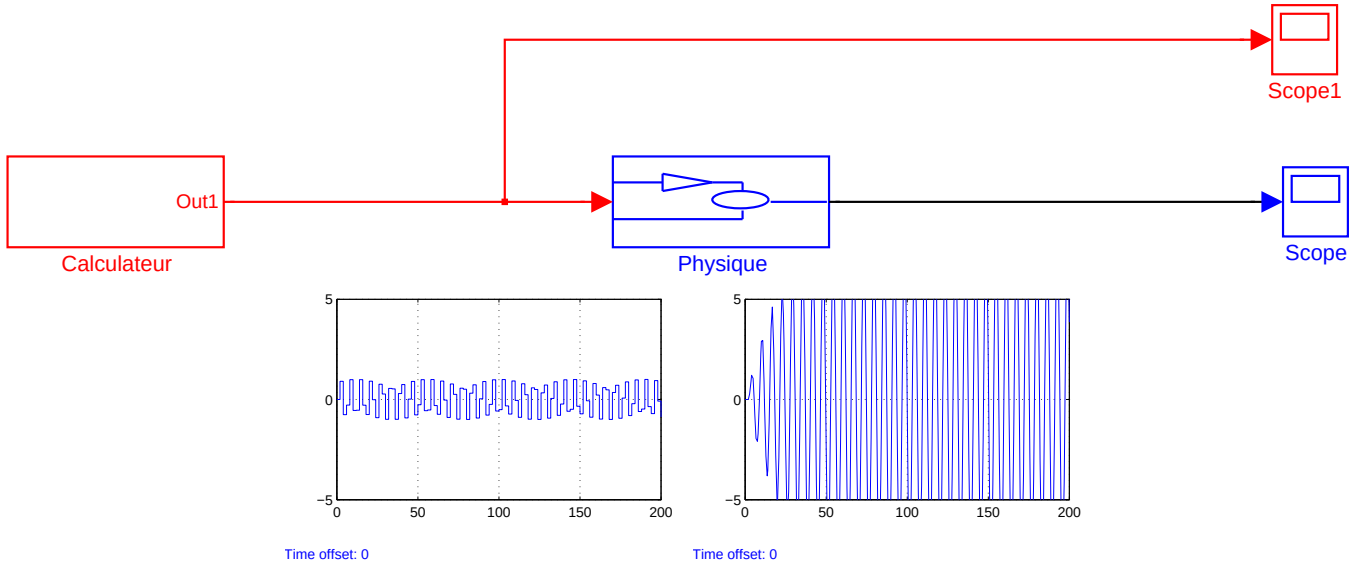
- **résonnance**



Systèmes embarqués, automatique et informatique

Beaucoup de ces systèmes informatiques intéragissent avec ces systèmes physiques. Le système global acquière de nouvelles propriétés issues de cette interaction.

résonnance

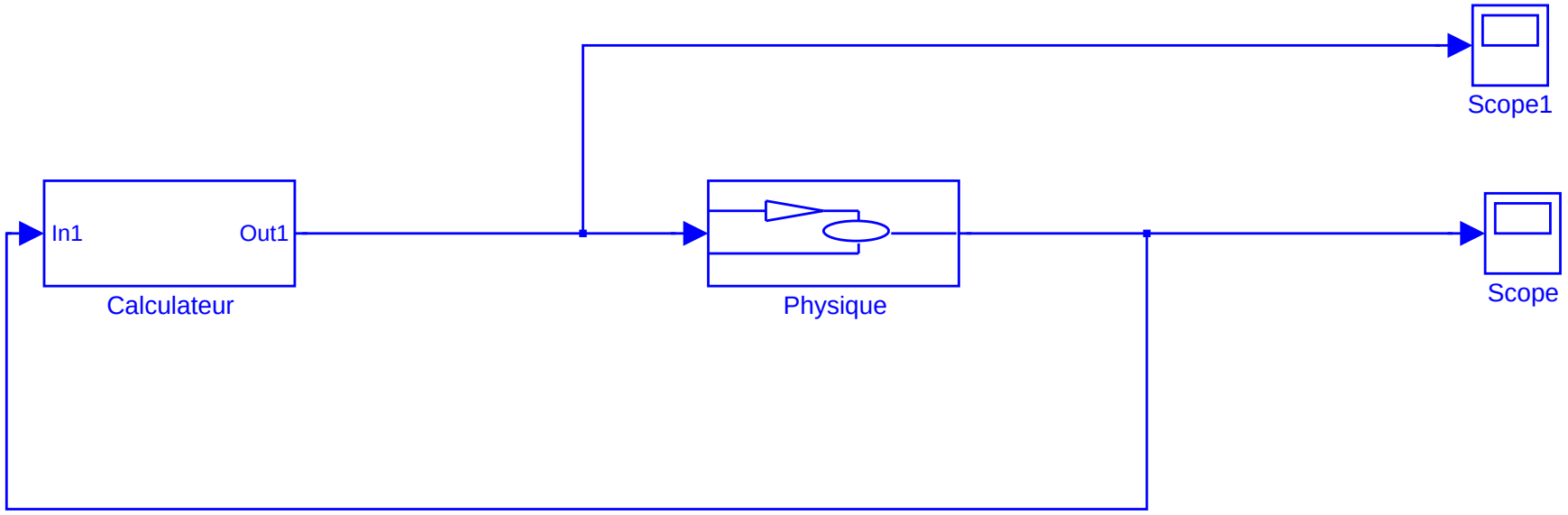


Vibrations dangereuses, dégats possibles

Systèmes embarqués, automatique et informatique

Beaucoup de de ces systèmes informatiques intéragissent avec ces systèmes physiques. Le système global acquière de nouvelles propriétés issues de cette interaction.

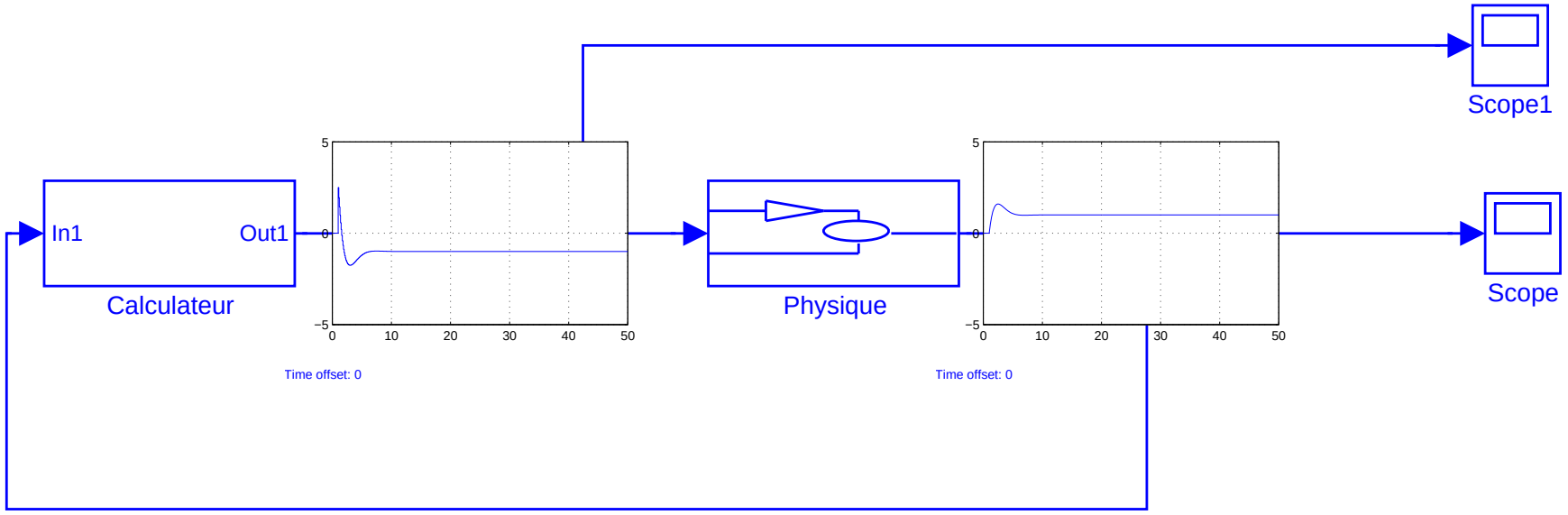
- **stabilité**



Systèmes embarqués, automatique et informatique

Beaucoup de de ces systèmes informatiques intéragissent avec ces systèmes physiques. Le système global acquière de nouvelles propriétés issues de cette interaction.

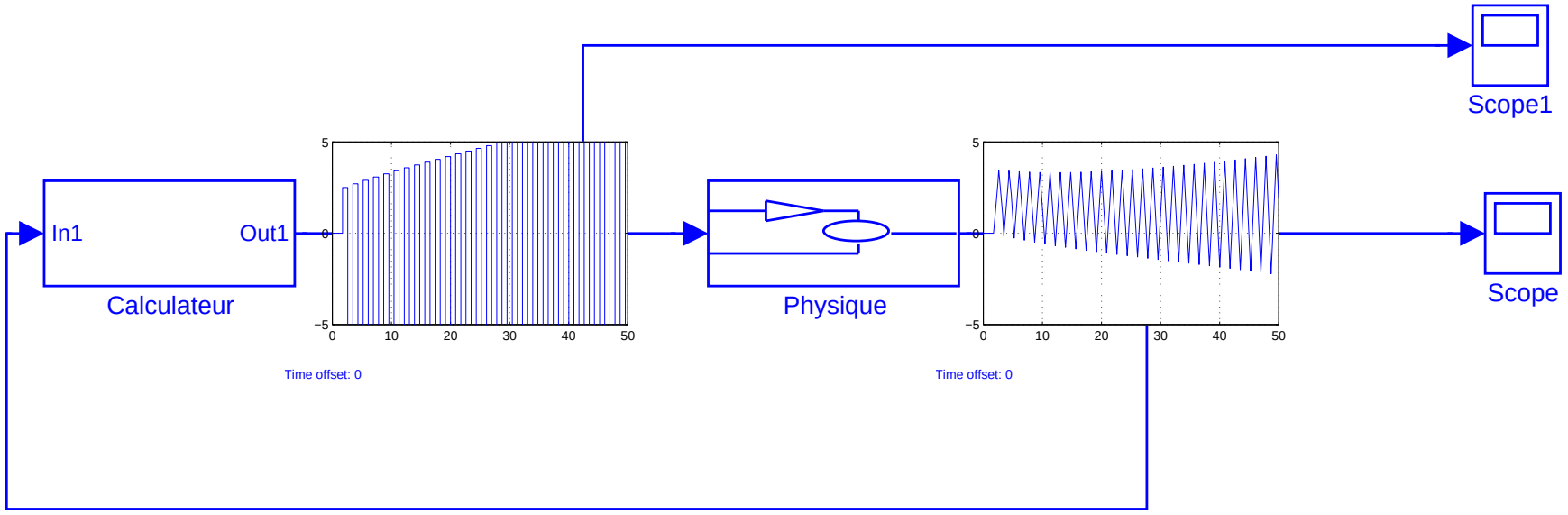
- **stabilité**



Systèmes embarqués, automatique et informatique _

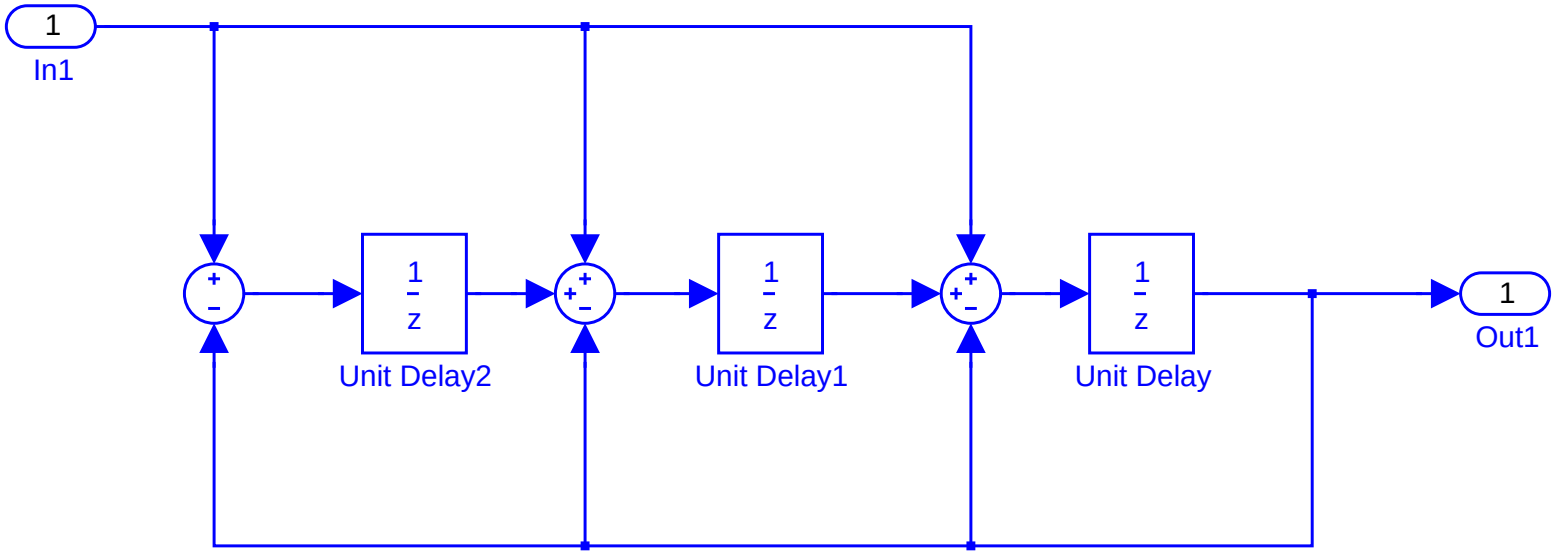
Beaucoup de de ces systèmes informatiques intéragissent avec ces systèmes physiques. Le système global acquière de nouvelles propriétés issues de cette interaction.

- **stabilité**



Systèmes embarqués, automatique et informatique _

Les concepteurs de ces systèmes utilisent des formalismes et outils particuliers pour spécifier des programmes d'ordinateurs :



Il faut les comprendre et savoir les utiliser !